

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

10.08.2004

REC'D 26 AUG 2004

WIPO

PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2004年 2月13日

出願番号
Application Number: 特願2004-036861
[ST. 10/C]: [JP 2004-036861]

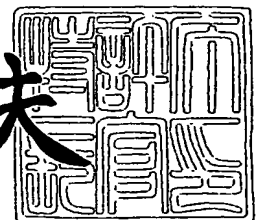
出願人
Applicant(s): コニカミノルタオプト株式会社

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 4月23日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願
【整理番号】 OH00388
【提出日】 平成16年 2月13日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 G02B 13/18
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都八王子市石川町 2 9 7 0 番地 コニカミノルタオプト株式
 会社内
 【氏名】 坂本 勝也
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都八王子市石川町 2 9 7 0 番地 コニカミノルタオプト株式
 会社内
 【氏名】 橋村 淳司
【特許出願人】
 【識別番号】 303000408
 【氏名又は名称】 コニカミノルタオプト株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100090033
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 荒船 博司
【先の出願に基づく優先権主張】
 【出願番号】 特願2003-299300
 【出願日】 平成15年 8月22日
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 027188
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 0315932

【書類名】特許請求の範囲

【請求項 1】

光源から出射される水平方向と垂直方向で異なる放射角を有する光束を断面形状が略円形の光束に変換して出射する単玉のビーム整形素子において、

前記ビーム整形素子がプラスチック製であり、且つ線膨張係数 α_n が以下の条件式 (1) を満たし、

環境温度変化による非点収差の発生量を抑えることを特徴とするビーム整形素子。

$$5.0 \times 10^{-5} < \alpha_n < 8.0 \times 10^{-5} \quad (1)$$

【請求項 2】

請求項 1 に記載のビーム整形素子において、

環境温度変化による前記ビーム整形素子の屈折率変化と線膨張による形状変化に伴う屈折力変化と線膨張による前記光源から前記ビーム整形素子の入射面までの距離の変化とを利用して前記非点収差の発生量を抑えることを特徴とするビーム整形素子。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載のビーム整形素子において、

入射面と出射面のうち少なくとも一方の光学面の水平方向又は垂直方向の断面形状が非円弧であることを特徴とするビーム整形素子。

【請求項 4】

請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載のビーム整形素子において、

入射面の面形状が、以下の数 1 式又は数 2 式で規定されることを特徴とするビーム整形素子。

【数 1】

$$(Z - R_x)^2 + X^2 = \left\{ R_x - \frac{Y^2}{R_y(1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa_y)Y^2 / R_y^2})} + \sum_i A_{yi} Y^i \right\}^2$$

【数 2】

$$(Z - R_y)^2 + Y^2 = \left\{ R_y - \frac{X^2}{R_x(1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa_x)X^2 / R_x^2})} + \sum A_{xi} X^i \right\}$$

但し、Z は光軸方向 (Z 軸方向) の距離 (光の進行方向を正とする)、X、Y は X 軸方向 (水平方向)、Y 軸方向 (垂直方向) の距離 (光軸からの高さ)、 R_x は XZ 面での近軸曲率半径、 R_y は YZ 面での近軸曲率半径、 κ_x 、 κ_y 、 A_{xi} 及び A_{yi} は非円弧係数である。

【請求項 5】

請求項 4 に記載のビーム整形素子において、

出射面の面形状が、以下の数 3 式又は数 4 式で規定されることを特徴とするビーム整形素子。

【数 3】

$$(Z - R_x)^2 + X^2 = \left[R_x - \frac{Y^2}{(1 + \sqrt{1 - Y^2 / R_y^2})} \right]$$

【数 4】

$$(Z - R_y)^2 + Y^2 = \left[R_y - \frac{X^2}{(1 + \sqrt{1 - X^2 / R_x^2})} \right]$$

【請求項 6】

請求項 1～3 のいずれか一項に記載のビーム整形素子において、
出射面の面形状が、以下の数 1 式又は数 2 式で規定されることを特徴とするビーム整形素子。

【数 1】

$$(Z - R_x)^2 + X^2 = \left\{ R_x - \frac{Y^2}{R_y(1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa_y)Y^2 / R_y^2})} + \sum_i A_{yi} Y^i \right\}^2$$

【数 2】

$$(Z - R_y)^2 + Y^2 = \left\{ R_y - \frac{X^2}{R_x(1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa_x)X^2 / R_x^2})} + \sum A_{xi} X^i \right\}$$

但し、Z は光軸方向（Z 軸方向）の距離（光の進行方向を正とする）、X、Y は X 軸方向（水平方向）、Y 軸方向（垂直方向）の距離（光軸からの高さ）、 R_x は XZ 面での近軸曲率半径、 R_y は YZ 面での近軸曲率半径、 κ_x 、 κ_y 、 A_{xi} 及び A_{yi} は非円弧係数である。

【請求項 7】

請求項 6 に記載のビーム整形素子において、
入射面の面形状が、以下の数 3 式又は数 4 式で規定されることを特徴とするビーム整形素子。

【数 3】

$$(Z - R_x)^2 + X^2 = \left[R_x - \frac{Y^2}{(1 + \sqrt{1 - Y^2 / R_y^2})} \right]$$

【数 4】

$$(Z - R_y)^2 + Y^2 = \left[R_y - \frac{X^2}{(1 + \sqrt{1 - X^2 / R_x^2})} \right]$$

【請求項 8】

請求項 1～3 のいずれか一項に記載のビーム整形素子において、
入射面の面形状と、出射面の面形状とが共に以下の数 1 式又は数 2 式で規定されることを特徴とするビーム整形素子。

【数 1】

$$(Z - R_x)^2 + X^2 = \left\{ R_x - \frac{Y^2}{R_y(1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa_y)Y^2 / R_y^2})} + \sum_i A_{yi} Y^i \right\}^2$$

【数 2】

$$(Z - R_y)^2 + Y^2 = \left\{ R_y - \frac{X^2}{R_x(1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa_x)X^2 / R_x^2})} + \sum_i A_{xi} X^i \right\}^2$$

但し、Zは光軸方向（Z軸方向）の距離（光の進行方向を正とする）、X、YはX軸方向（水平方向）、Y軸方向（垂直方向）の距離（光軸からの高さ）、 R_x はXZ面での近軸曲率半径、 R_y はYZ面での近軸曲率半径、 κ_x 、 κ_y 、 A_{xi} 及び A_{yi} は非円弧係数である。

【請求項 9】

水平方向と垂直方向で異なる放射角を有する光束を出射する光源と、請求項 1～8 のいずれか一項に記載のビーム整形素子と、前記光束を光情報記録媒体の情報記録面上に集光させる集光素子とを備え、前記光情報記録媒体に対して情報の再生及び／又は記録を行うことを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 10】

水平方向と垂直方向で異なる放射角を有する光束を出射する半導体レーザと、請求項 1～8 のいずれか一項に記載のビーム整形素子とを備えることを特徴とする光源装置。

【請求項 11】

請求項 10 に記載の光源装置と、前記光束を光情報記録媒体の情報記録面上に集光させる集光素子とを備え、前記光情報記録媒体に対して情報の再生及び／又は記録を行うことを特徴とする光ピックアップ装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】ビーム整形素子、光源装置及び光ピックアップ装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、ビーム整形素子、光源装置及び光ピックアップ装置に関する。

【背景技術】

【0002】

一般的に光ピックアップ装置には光源としてLD (laser diode)等の半導体レーザが用いられる。半導体レーザから出射される発散光束は断面形状が楕円形(つまり発光強度分布が楕円状)であるため半導体レーザからの楕円光束を円形光束に変換し、光利用効率を高める必要がある。

光束の断面形状を楕円形から円形に整形するビーム整形素子(ビームシェイパー)として、その光学面がアナモフィック面やシリンдриカル面からなるものが知られている(例えば、特許文献1及び2参照)。

【特許文献1】特開2003-178480号公報

【特許文献2】特開2003-188452号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

近年、光ピックアップ装置においては短波長の光束や大パワーの光束を用いることが多いため環境温度が変化し、これにより光学系を構成する光学素子の性能(屈折率や形状)の変化や半導体レーザからの出射光束の波長の変化を招き、結果として非点収差が発生するという問題がある。従って、このような環境温度の変化に伴うレンズ特性の変化を抑制する観点からガラス製の光学素子を使用する場合が多く、上記特許文献1及び2に開示されたビーム整形素子もガラス製にすることが好ましいと記載されている。

ところが、光ピックアップ装置の低コスト化・小型化・軽量化等の観点からは、プラスチック製の光学素子を用いることが好ましい。しかし、一般的にプラスチックはガラスに比べて温度変化による性能変化が大きいので、プラスチック製のビーム整形素子では、上述したような環境温度変化による非点収差の発生を抑えることが困難である。

【0004】

本発明の課題は、上述の問題を考慮したものであり、環境温度の変化に伴う非点収差の発生を抑えながら断面形状が略円形の発散光束を射出することができるプラスチック製のビーム整形素子、光源装置及び光ピックアップ装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

以上の課題を解決するために、請求項1に記載の発明は、光源から出射される水平方向と垂直方向で異なる放射角を有する光束を断面形状が略円形の光束に変換して出射する単玉のビーム整形素子において、前記ビーム整形素子がプラスチック製であり、且つ線膨張係数 α_n が以下の条件式(1)を満たし、環境温度変化による非点収差の発生量を抑えることを特徴とするビーム整形素子。

$$5.0 \times 10^{-5} < \alpha_n < 8.0 \times 10^{-5} \quad (1)$$

ここで、線膨張係数 α_n は常温域(約 $-30^{\circ}\text{C} \sim 70^{\circ}\text{C}$)における平均線膨張係数を指す。

また、「非点収差の発生量を抑える」とは、非点収差をゼロにするものだけでなく、実質、情報の記録及び／又は再生に影響を及ぼさない程度に非点収差が抑制されているものも含むものとする。

【0006】

請求項1に記載の発明によれば、線膨張係数 α_n を上記条件式(1)の範囲内とすることにより、環境温度の変化に伴うビーム整形素子の特性変化を利用して、環境温度の変化に伴う非点収差の発生を抑えることができるプラスチック製のビーム整形レンズを得られる

【0007】

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載のビーム整形素子において、環境温度変化による前記ビーム整形素子の屈折率変化と線膨張による形状変化に伴う屈折力変化と線膨張による前記光源から前記ビーム整形素子の入射面までの距離の変化とを利用して前記非点収差の発生量を抑えることを特徴とする。

【0008】

請求項3に記載の発明は、請求項1又は2に記載のビーム整形素子において、入射面と出射面のうち少なくとも一方の光学面の水平方向又は垂直方向の断面形状が非円弧であることを特徴とする。

【0009】

請求項4に記載の発明は、請求項1～3のいずれか一項に記載のビーム整形素子において、入射面の面形状が、数1式又は数2式で規定されることを特徴とする。

請求項4に記載の発明によれば、ビーム整形素子の入射面を、数1式又は数2式に規定される面で構成することになるので、ビーム整形素子の光学面をシリンドリカル面で構成する場合と比較して、温度変化時の非点収差のみならず、残留収差(4thAS(四葉収差))の抑制も可能となり、より良好な光学特性を得られる。

【0010】

請求項5に記載の発明は、請求項4に記載のビーム整形素子において、出射面の面形状が、数3式又は数4式で規定されることを特徴とする。

請求項5に記載の発明によれば、ビーム整形素子の出射面を、数3式又は数4式に規定される面で構成することになるので、請求項4の構成よりも更に良好な光学特性を得られる。

【0011】

請求項6に記載の発明は、請求項1～3のいずれか一項に記載のビーム整形素子において、出射面の面形状が、数1式又は数2式で規定されることを特徴とする。

請求項6に記載の発明によれば、ビーム整形素子の出射面を、数1式又は数2式に規定される面で構成することになるので、ビーム整形素子の光学面をシリンドリカル面で構成する場合と比較して、温度変化時の非点収差のみならず、残留収差(4thAS(四葉収差))の抑制も可能となり、より良好な光学特性を得られる。

【0012】

請求項7に記載の発明は、請求項6に記載のビーム整形素子において、入射面の面形状が、数3式又は数4式で規定されることを特徴とする。

請求項7に記載の発明によれば、ビーム整形素子の入射面を、数3式又は数4式に規定される面で構成することになるので、請求項6の構成よりも更に良好な光学特性を得られる。

【0013】

請求項8に記載の発明は、請求項1～3のいずれか一項に記載のビーム整形素子において、入射面の面形状と、出射面の面形状とが共に数1式又は数2式で規定されることを特徴とする。

請求項8に記載の発明によれば、ビーム整形素子の入射面と出射面を、数1式又は数2式に規定される面で構成することになるので、ビーム整形素子の光学面をシリンドリカル面で構成する場合と比較して、温度変化時の非点収差のみならず、残留収差(4thAS(四葉収差))の抑制も可能となり、より良好な光学特性を得られる。

【0014】

請求項9に記載の発明は、水平方向と垂直方向で異なる放射角を有する光束を出射する光源と、請求項1～8のいずれか一項に記載のビーム整形素子と、前記光束を光情報記録媒体の情報記録面上に集光させる集光素子とを備え、前記光情報記録媒体に対して情報の再生及び／又は記録を行うことを特徴とする。

請求項10に記載の発明は、水平方向と垂直方向で異なる放射角を有する光束を出射する

半導体レーザと、請求項1～8のいずれか一項に記載のビーム整形素子とを備えることを特徴とする。

請求項11記載の発明は、請求項10に記載の光源装置と、前記光束を光情報記録媒体の情報記録面上に集光させる集光素子とを備え、前記光情報記録媒体に対して情報の再生及び／又は記録を行うことを特徴とする。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、環境温度の変化に伴う非点収差の発生を抑えながら断面形状が略円形の発散ビームを射出することができるプラスチック製のビーム整形レンズ、光源装置及び光ピックアップ装置を得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下、図を参照して本発明を実施するための最良の形態について詳細に説明する。

本実施の形態においては、図1に示すように、本発明に係るビーム整形素子20(以下、ビームシェイパーともいう。)を、特定波長のレーザ光(光束)を用いて光情報記録媒体の情報記録面31に対して情報の記録及び／又は読取を行う光ピックアップ装置10に適用している。

【0017】

光ピックアップ装置10は、レーザ発振器11(光源)、ビームシェイパー20、カップリングレンズ12、ビームスプリッタ13、ビームエキスパンダー14(第1ビームエキスパンダー14a及び第2ビームエキスパンダー14b)、絞り15、対物レンズ16(第1対物レンズ16a及び第2対物レンズ16b)、シリンドリカルレンズ17、凹レンズ18、光センサ19等により概略構成されている。

光源11から出射される光束は、光軸Lに対して直交する方向であって、かつ互いに直交するXY方向(水平方向及び垂直方向)へ異なる広がり角を有している。そして、この光束のXY断面はX方向を短径、Y方向を長径とする略楕円形状となっている。

【0018】

以上のように構成された光ピックアップ装置10の動作について説明する。

光源11から出射された光束は、まずビームシェイパー20により断面形状が整形されて出射される。この際のビームシェイパー20による光束に対する作用については後述する。

次に、この光束はカップリングレンズ12を通過して平行光となり、ビームスプリッタ13を経て、ビームエキスパンダー14により拡径された状態、即ち、ビームエキスパンダー14への入射時点よりも光束径を大きくされた状態で出射される。そして第1対物レンズ16aを通過して絞り15によって絞られ、第2対物レンズ16bにより光情報記録媒体の保護基板30を介して情報記録面31上に集光スポットを形成する。

【0019】

そして、情報記録面31で情報ピットにより変調されて反射した光束は、再び第1対物レンズ16a、絞り15、第2対物レンズ16b、ビームエキスパンダー14を通過して、ビームスプリッタ13で分岐される。そして、シリンドリカルレンズ17により非点収差が与えられ、凹レンズ18を経て、光センサ19上へ入射し、光センサ19から出力される信号を用いて、光情報記録媒体に記録された情報の読取信号が得られるようになっている。

【0020】

図1に示すように、本実施の形態におけるビームシェイパー20はプラスチック製で単玉の回転非対称レンズである。

ビームシェイパー20の線膨張係数 α_n は $5.0 \times 10^{-5} < \alpha_n < 8.0 \times 10^{-5}$ の範囲内となっている。

ビームシェイパー20の入射面21は、光軸Lに対して回転非対称面に形成されている。

【0021】

図2は非円弧トロイダル面の形状を表す断面図であり、図中の点線はビームシェイパー20内を通過する光束の光路を示す。なお、非円弧トロイダル面を表す式（形状関数）については後述する。

ビームシェイパー20の入射面は、YZ面内における非円形の線分L1（非円弧）を、この非円弧と直交する平面内にある半径 $R = R1$ の円弧L2の中心点をY方向に通過する軸（回転軸A1）で回転させた面で構成されている。

ビームシェイパー20の出射面22は、XZ面での曲率半径とYZ面での曲率半径とが異なるトロイダル面となっている。

また、ビームシェイパー20の出射面22側は図示しない取付部材により光ピックアップ装置10本体に固定されており、出射面22の光軸方向の位置が光源11に対して相対的に実質変化しない構成となっている。

【0022】

そして、ビームシェイパー20はXZ断面とYZ断面との屈折力の差によって断面が楕円形の入射光束を略円形の光束に変換して出射するようになっている。

さらに、従来より用いられているビームシェイパー20では、主にXZ断面とYZ断面とで屈折力が異なることに主に起因して環境温度の変化時に非点収差が発生するが、本発明のビームシェイパー20では、この非点収差を温度変化によるビームシェイパー20の屈折率変化と線膨張による形状変化と線膨張による光源11から入射面21までの距離の変化を利用して抑えるようになっている。

【0023】

具体的に説明すると、環境温度変化により、ビームシェイパー20の屈折率が変化し、これによるXZ面及びYZ面における光束の出射角（出射光束の進行方向と光軸Lとが成す角）の変化と、線膨張により入射面21と出射面22の形状が変化することで入射面21及び出射面22の屈折率が変化することによる出射角の変化と、さらに、上述のようにビームシェイパー20を出射面位置が変化しないように固定することにより、線膨張により入射面21の位置が光源11に対して相対的に変化することによる出射角の変化とを組み合わせることにより、XZ面及びYZ面における焦線の向き（方向）を調節し、環境温度変化後においても非点収差の発生を抑えるようになっている。

なお、環境温度の変化により出射光束の波長変動が生じる場合には、この波長変動に起因した出射角変化も考慮してビームシェイパー20の設計を行うものとする。

【0024】

以上のように、本発明によれば、環境温度の変化に伴う非点収差の発生を抑えながら断面形状が略円形の発散ビームを射出することができるプラスチック製のビームシェイパー20及び光ピックアップ装置10を得られる。

なお、ビームシェイパー20及び光ピックアップ装置10の構成は上記実施の形態に示したものに限定されない。例えば、上記実施の形態においては、ビームエキスパンダー14と対物レンズ16がそれぞれ2つの光学素子（第1ビームエキスパンダー14a及び第2ビームエキスパンダー14b、第1対物レンズ16a及び第2対物レンズ16b）を組み合わせ構成されるものとしたが、これに限らず、それぞれ単玉のレンズ構成としてもよい。また、波長が異なる複数の光束を用いて複数種類の光情報記録媒体に対する情報の記録及び／又は再生が可能な、いわゆる互換性を有する光ピックアップ装置の構成としてもよい。

【0025】

また、光ピックアップ装置10を構成する光学素子の光学面に回折構造を設けてもよい。これにより、回折光を用いた環境温度変化時や光束の波長変動（モードホップ）時における波面収差及び／又は非点収差の劣化を補償することができる。また、特定波長の入射光束に対してのみ光路差を付与する波長選択性を持たせることが可能となり、例えば、光源11から波長が異なる複数種類の光束が出射される場合でも、各光束毎に断面形状を整形することができる。

また、ビームシェイパー 2 0 の光学面の形状も、例えばシリンドリカル面やアナモフィック面等適宜変更可能である。

【0 0 2 6】

図 3 は、ビームシェイパー 2 0 の入射面と出射面の両面をシリンドリカル面で構成した場合における、設計軸上厚（横軸）の変化に対する、残留収差（4thAS（四葉収差））及び温度変化時の非点収差（縦軸）の変化の一例を示すグラフである。

プラスチック製のビームシェイパーの両面をシリンドリカル面で構成することにより、温度変化に対する非点収差を実用上支障が無い程度に抑えることができるが、グラフに示すように、温度変化時の非点収差と残留収差（4thAS（四葉収差））とを両立させることができるビームシェイパーを、両面シリンドリカル面で構成することは容易ではない。

そこで、このような温度変化時の非点収差と残留収差（4thAS（四葉収差））とを両立させるには、ビームシェイパーの入射面と出射面のうち少なくとも一方をトロイダル面で構成することが好ましい。

【0 0 2 7】

なお、本実施の形態においては、ビームシェイパー 2 0 が光源 1 1 からの断面楕円形状の入射光束を円形状に整形するものとしたが、これに限らず、入射の際とは長径及び／又は短径が異なる楕円形状に整形するものとしてもよい。

また、本実施の形態においては、ビームシェイパー 2 0 が光源 1 1 付近に配置されるものとしたが、これに限らず、出射光束の光路中に配置すればよい。

また、上記実施の形態では、光源 1 1 とビームシェイパー 2 0 とを別体の構成としたが、ビームシェイパー 2 0 を光源 1 1 に近接して配置し、同一の筐体内に格納する構成としてもよく、これにより、環境温度変化時においても非点収差の発生を抑える機能を有した光源装置を得られる。

また、ビームシェイパー 2 0 を光ピックアップ装置 1 0 に適用した場合について説明したが、これに限らず、例えば、レーザービームプリンタや複写機等、光束の断面形状を円形に整形して使用する全ての装置に適用可能である。

【実施例】

【0 0 2 8】

次に、実施例 1 ～ 6 について説明する。

各実施例における光ピックアップ装置は図 1 に示したものと同様の構成となっている。

表 1 に示すように、実施例 1 ～ 3 はビームシェイパーの整形倍率 m を一定にして、 S （光源からビームシェイパーの入射面までの光軸上の距離）と L （ビームシェイパーの軸上厚）を変化させたものであり、実施例 4 ～ 6 は S を一定にして m と L を変化させたものである。

【表 1】

実施例の特性										
m	f _c	S	L	L/S	α _n	AS3(∠n)	AS3(∠λ)	AS3(∠L)	AS3(∠S)	AS3(total)
実施例A1	2.34	10	1	1.75	6.4×E-5	0.019	0.001	-0.006	-0.013	0.001
実施例A2	2.34	10	1.5	2.6	6.4×E-5	0.029	0.002	-0.011	-0.019	0.000
実施例A3	2.34	10	2	3.45	6.4×E-5	0.038	0.002	-0.015	-0.025	0.000
m	f _c	S	L	L/S	α _n	AS3(∠n)	AS3(∠λ)	AS3(∠L)	AS3(∠S)	AS3(total)
実施例B1	1.5	12	2	1.35	6.4×E-5	0.018	0.001	-0.012	-0.008	0.000
実施例B2	2	12	2	2.56	6.4×E-5	0.034	0.002	-0.013	-0.020	0.002
実施例B3	2.5	12	2	3.11	6.4×E-5	0.042	0.003	-0.018	-0.027	0.000

m: ビーム整形倍率
 f_c(mm): カップリングレンズの焦点距離
 S(mm): 光源とビームシェイバーの間隔
 L(mm): ビームシェイバーの軸上厚
 AS3(∠n)(λ rms): 温度変化(+30°C)時にビーム整形素子の屈折率の変化に伴って発生する非点収差 (dn/dT=-1.2×E-4(1/°C))
 AS3(∠λ)(λ rms): 温度変化(+30°C)時に光源の発振波長の変化に伴って発生する非点収差 (dλ/dT=5.0×E-2(nm/°C))
 AS3(∠L)(λ rms): 温度変化(+30°C)時にビーム整形素子の線膨張し形状の変化に伴って発生する非点収差
 AS3(∠S)(λ rms): 温度変化(+30°C)時にビーム整形素子の線膨張し光源とビーム整形素子の間隔が変化することに伴って発生する非点収差
 AS3(total)(λ rms): 温度変化(+30°C)時に発生する非点収差(上記4つ非点収差の合計)

【0029】

実施例 1～6 における各光ピックアップ装置を構成する光学素子のレンズデータを表 2～7 に示す。

【表 2-1】

実施例1 レンズデータ

光源波長

$$\lambda = 405 \text{ nm}$$

光源からビームシェイパーまでの距離

$$Z = 1.000 \text{ mm}$$

入射面(ビームシェイパー)

XZ面での曲率半径

$$R_x = -1.3672 \times E-1 \text{ mm}$$

YZ面での曲率半径

$$R_y = -8.2203 \times E-1 \text{ mm}$$

非円弧トロイダル係数

$$\kappa_y = -0.0000 \times E-0$$

$$A_{y4} = -4.6270 \times E-1$$

軸上厚

$$D = 1.750 \text{ mm}$$

屈折率

$$n(405\text{nm}) = 1.525$$

出射面

XZ面での曲率半径

$$R_x = -1.3228 \times E-0 \text{ mm}$$

YZ面での曲率半径

$$R_y = -2.3097 \times E-0 \text{ mm}$$

間隔(ビームシェイパー-カップリング光学素子)

$$Z = 5.911 \text{ mm}$$

入射面(カップリング光学素子)

曲率半径

$$R = +3.8964 \times E+1 \text{ mm}$$

軸上厚

$$D = 2.000 \text{ mm}$$

屈折率

$$n(405\text{nm}) = 1.525$$

出射面

曲率半径

$$R = -5.9591 \times E-0 \text{ mm}$$

非球面係数

$$\kappa = -1.0000 \times E-1$$

$$A_4 = +3.0567 \times E-4$$

$$A_6 = +2.7065 \times E-5$$

【表 2 - 2】

間隔(カップリング光学素子-ビームエクスパンダー)

$$Z = 5.000 \text{ mm}$$

入射面(ビームエクスパンダー)

曲率半径

$$R = -8.1743 \times E+0 \text{ mm}$$

非球面係数

$$\kappa = -2.9258 \times E-1$$

$$A_4 = +6.4796 \times E-3$$

$$A_6 = +8.7198 \times E-6$$

軸上厚

$$D = 0.800 \text{ mm}$$

屈折率

$$n(405\text{nm}) = 1.525$$

出射面

曲率半径

$$R = +2.3535 \times E+1 \text{ mm}$$

非球面係数

$$\kappa = -1.1221 \times E+1$$

$$A_4 = -2.0771 \times E-5$$

$$A_6 = +7.7561 \times E-6$$

間隔(ビームエクスパンダー間隔)

$$Z = 2.000 \text{ mm}$$

入射面(ビームエクスパンダー)

曲率半径

$$R = +1.0000 \times E+20 \text{ mm}$$

光路差関数 (光路差関数の係数: 基準波長 405nm)

$$C2 = -2.4049 \times E+1$$

$$C4 = -2.2337 \times E-1$$

軸上厚

$$D = 1.000 \text{ mm}$$

屈折率

$$n(405\text{nm}) = 1.525$$

出射面

曲率半径

$$R = -1.8017 \times E+1 \text{ mm}$$

光路差関数 (光路差関数の係数: 基準波長 405nm)

$$C2 = -2.6978 \times E+1$$

$$C4 = +2.2893 \times E-2$$

間隔(ビームエクスパンダー-絞り)

$$Z = 10.00 \text{ mm}$$

絞り

$$\phi = 3.000 \text{ mm}$$

間隔(絞り-対物レンズ)

$$Z = 0.000 \text{ mm}$$

入射面(対物レンズ)

曲率半径

$$R = +2.0966 \times E+0 \text{ mm}$$

非球面係数

$$\kappa = -1.6811 \times E-1$$

$$A_4 = -4.6833 \times E-3$$

$$A_6 = +6.1106 \times E-4$$

$$A_8 = -9.4660 \times E-4$$

$$A_{10} = +2.3384 \times E-4$$

$$A_{12} = -1.5568 \times E-4$$

【表 2 - 3】

	$A_{14} = +6.6382 \times E-5$
	$A_{16} = -1.8857 \times E-5$
軸上厚	$D = 2.500 \text{ mm}$
屈折率	$n(405\text{nm}) = 1.525$
出射面(対物レンズ)	
曲率半径	$R = +6.2900 \times E+0 \text{ mm}$
非球面係数	$\kappa = -2.2155 \times E-3$
	$A_4 = +1.7541 \times E-2$
	$A_6 = -9.5133 \times E-3$
	$A_8 = -1.7951 \times E-2$
	$A_{10} = +8.9879 \times E-3$
間隔(対物レンズ間隔)	$Z = 0.050 \text{ mm}$
入射面(対物レンズ)	
曲率半径	$R = +8.8802 \times E-1 \text{ mm}$
非球面係数	$\kappa = -8.0927 \times E-1$
	$A_4 = +1.1694 \times E-1$
	$A_6 = +2.8874 \times E-2$
	$A_8 = +1.2745 \times E-1$
	$A_{10} = -8.7726 \times E-2$
軸上厚	$D = 1.100 \text{ mm}$
屈折率	$n(405\text{nm}) = 1.560$
出射面(対物レンズ)	
曲率半径	$R = +1.0000 \times E+20 \text{ mm}$
間隔(対物レンズ-ディスク)	$Z = 0.256 \text{ mm}$
基板厚	$D = 0.100 \text{ mm}$
屈折率	$n(405\text{nm}) = 1.619$

【表 3 - 1】

実施例2 レンズデータ

光源波長

$$\lambda = 405 \text{ nm}$$

光源からビームシェイパーまでの距離

$$Z = 1.500 \text{ mm}$$

入射面(ビームシェイパー)

XZ面での曲率半径

$$R_x = -2.0492 \times E-1 \text{ mm}$$

YZ面での曲率半径

$$R_y = -1.2394 \times E-0 \text{ mm}$$

非円弧トロイダル係数

$$\kappa_y = -0.0000 \times E-0$$

$$A_{y4} = -1.3753 \times E-1$$

軸上厚

$$D = 2.600 \text{ mm}$$

屈折率

$$n(405\text{nm}) = 1.525$$

出射面

XZ面での曲率半径

$$R_x = -1.9680 \times E-0 \text{ mm}$$

YZ面での曲率半径

$$R_y = -3.4591 \times E-0 \text{ mm}$$

間隔(ビームシェイパーカップリング光学素子)

$$Z = 4.483 \text{ mm}$$

入射面(カップリング光学素子)

曲率半径

$$R = +3.8964 \times E+1 \text{ mm}$$

軸上厚

$$D = 2.000 \text{ mm}$$

屈折率

$$n(405\text{nm}) = 1.525$$

出射面

曲率半径

$$R = -5.9591 \times E-0 \text{ mm}$$

非球面係数

$$\kappa = -1.0000 \times E-1$$

$$A_4 = +2.8099 \times E-4$$

$$A_6 = +2.7162 \times E-5$$

【表 3 - 2】

間隔(カップリング光学素子-ビームエキスパンダー)

Z= 5.000 mm

入射面(ビームエキスパンダー)

曲率半径

 $R = -8.1743 \times E+0 \text{ mm}$

非球面係数

 $\kappa = -2.9258 \times E-1$ $A_4 = +6.4796 \times E-3$ $A_6 = +8.7198 \times E-6$

軸上厚

D= 0.800 mm

屈折率

n(405nm)= 1.525

出射面

曲率半径

 $R = +2.3535 \times E+1 \text{ mm}$

非球面係数

 $\kappa = -1.1221 \times E+1$ $A_4 = -2.0771 \times E-5$ $A_6 = +7.7561 \times E-6$

間隔(ビームエキスパンダー間隔)

Z= 2.000 mm

入射面(ビームエキスパンダー)

曲率半径

 $R = +1.0000 \times E+20 \text{ mm}$

光路差関数 (光路差関数の係数 : 基準波長 405nm)

C2 -2.4049 $\times E+1$ C4 -2.2337 $\times E-1$

軸上厚

D= 1.000 mm

屈折率

n(405nm)= 1.525

出射面

曲率半径

 $R = -1.8017 \times E+1 \text{ mm}$

光路差関数 (光路差関数の係数 : 基準波長 405nm)

C2 -2.6978 $\times E+1$ C4 +2.2893 $\times E-2$

間隔(ビームエキスパンダー-絞り)

Z= 10.00 mm

絞り

 $\phi \text{ 3.000 mm}$

間隔(絞り-対物レンズ)

Z= 0.000 mm

入射面(対物レンズ)

曲率半径

 $R = +2.0966 \times E+0 \text{ mm}$

非球面係数

 $\kappa = -1.6811 \times E-1$ $A_4 = -4.6833 \times E-3$ $A_6 = +6.1106 \times E-4$ $A_8 = -9.4660 \times E-4$ $A_{10} = +2.3384 \times E-4$ $A_{12} = -1.5568 \times E-4$

【表 3 - 3】

	$A_{14} = +6.6382 \times E-5$
	$A_{16} = -1.8857 \times E-5$
軸上厚	$D = 2.500 \text{ mm}$
屈折率	$n(405\text{nm}) = 1.525$
出射面(対物レンズ)	
曲率半径	$R = +6.2900 \times E+0 \text{ mm}$
非球面係数	$\kappa = -2.2155 \times E-3$
	$A_4 = +1.7541 \times E-2$
	$A_6 = -9.5133 \times E-3$
	$A_8 = -1.7951 \times E-2$
	$A_{10} = +8.9879 \times E-3$
間隔(対物レンズ間隔)	$Z = 0.050 \text{ mm}$
入射面(対物レンズ)	
曲率半径	$R = +8.8802 \times E-1 \text{ mm}$
非球面係数	$\kappa = -8.0927 \times E-1$
	$A_4 = +1.1694 \times E-1$
	$A_6 = +2.8874 \times E-2$
	$A_8 = +1.2745 \times E-1$
	$A_{10} = -8.7726 \times E-2$
軸上厚	$D = 1.100 \text{ mm}$
屈折率	$n(405\text{nm}) = 1.560$
出射面(対物レンズ)	
曲率半径	$R = +1.0000 \times E+20 \text{ mm}$
間隔(対物レンズ-ディスク)	$Z = 0.256 \text{ mm}$
基板厚	$D = 0.100 \text{ mm}$
屈折率	$n(405\text{nm}) = 1.619$

【表 4 - 1】

実施例3 レンズデータ

光源波長

$$\lambda = 405 \text{ nm}$$

光源からビームシェイパーまでの距離

$$Z = 2.000 \text{ mm}$$

入射面(ビームシェイパー)

XZ面での曲率半径

$$R_x = -2.7314 \times E-1 \text{ mm}$$

YZ面での曲率半径

$$R_y = -1.6572 \times E-0 \text{ mm}$$

非円弧トロイダル係数

$$\kappa_y = -0.0000 \times E-0$$

$$A_{y4} = -5.8133 \times E-2$$

軸上厚

$$D = 3.450 \text{ mm}$$

屈折率

$$n(405\text{nm}) = 1.525$$

出射面

XZ面での曲率半径

$$R_x = -2.6142 \times E-0 \text{ mm}$$

YZ面での曲率半径

$$R_y = -4.6120 \times E-0 \text{ mm}$$

間隔(ビームシェイパー-カップリング光学素子)

$$Z = 3.058 \text{ mm}$$

入射面(カップリング光学素子)

曲率半径

$$R = +3.8964 \times E+1 \text{ mm}$$

軸上厚

$$D = 2.000 \text{ mm}$$

屈折率

$$n(405\text{nm}) = 1.525$$

出射面

曲率半径

$$R = -5.9591 \times E-0 \text{ mm}$$

非球面係数

$$\kappa = -1.0000 \times E-1$$

$$A_4 = +2.5641 \times E-4$$

$$A_6 = +2.7218 \times E-5$$

【表 4 - 2】

間隔(カップリング光学素子-ビームエキスパンダー)

Z= 5.000 mm

入射面(ビームエキスパンダー)

曲率半径

R= -8.1743 × E+0 mm

非球面係数

 $\kappa = -2.9258 \times E-1$ $A_4 = +6.4796 \times E-3$ $A_6 = +8.7198 \times E-6$

軸上厚

D= 0.800 mm

屈折率

n(405nm)= 1.525

出射面

曲率半径

R= +2.3535 × E+1 mm

非球面係数

 $\kappa = -1.1221 \times E+1$ $A_4 = -2.0771 \times E-5$ $A_6 = +7.7561 \times E-6$

間隔(ビームエキスパンダー間隔)

Z= 2.000 mm

入射面(ビームエキスパンダー)

曲率半径

R= +1.0000 × E+20 mm

光路差関数 (光路差関数の係数 : 基準波長 405nm)

C2 -2.4049 × E+1

C4 -2.2337 × E-1

軸上厚

D= 1.000 mm

屈折率

n(405nm)= 1.525

出射面

曲率半径

R= -1.8017 × E+1 mm

光路差関数 (光路差関数の係数 : 基準波長 405nm)

C2 -2.6978 × E+1

C4 +2.2893 × E-2

間隔(ビームエキスパンダー-絞り)

Z= 10.00 mm

絞り

 ϕ 3.000 mm

間隔(絞り-対物レンズ)

Z= 0.000 mm

入射面(対物レンズ)

曲率半径

R= +2.0966 × E+0 mm

非球面係数

 $\kappa = -1.6811 \times E-1$ $A_4 = -4.6833 \times E-3$ $A_6 = +6.1106 \times E-4$ $A_8 = -9.4660 \times E-4$ $A_{10} = +2.3384 \times E-4$ $A_{12} = -1.5568 \times E-4$

【表 4 - 3】

	$A_{14} = +6.6382 \times E-5$
	$A_{16} = -1.8857 \times E-5$
軸上厚	$D = 2.500 \text{ mm}$
屈折率	$n(405\text{nm}) = 1.525$
出射面(対物レンズ)	
曲率半径	$R = +6.2900 \times E+0 \text{ mm}$
非球面係数	$\kappa = -2.2155 \times E-3$
	$A_4 = +1.7541 \times E-2$
	$A_6 = -9.5133 \times E-3$
	$A_8 = -1.7951 \times E-2$
	$A_{10} = +8.9879 \times E-3$
間隔(対物レンズ間隔)	$Z = 0.050 \text{ mm}$
入射面(対物レンズ)	
曲率半径	$R = +8.8802 \times E-1 \text{ mm}$
非球面係数	$\kappa = -8.0927 \times E-1$
	$A_4 = +1.1694 \times E-1$
	$A_6 = +2.8874 \times E-2$
	$A_8 = +1.2745 \times E-1$
	$A_{10} = -8.7726 \times E-2$
軸上厚	$D = 1.100 \text{ mm}$
屈折率	$n(405\text{nm}) = 1.560$
出射面(対物レンズ)	
曲率半径	$R = +1.0000 \times E+20 \text{ mm}$
間隔(対物レンズ-ディスク)	$Z = 0.256 \text{ mm}$
基板厚	$D = 0.100 \text{ mm}$
屈折率	$n(405\text{nm}) = 1.619$

【表 5 - 1】

実施例4 レンズデータ

光源波長

$$\lambda = 405 \text{ nm}$$

光源からビームシェイパーまでの距離

$$Z = 2.000 \text{ mm}$$

入射面(ビームシェイパー)

XZ面での曲率半径

$$R_x = -4.6475 \times E-1 \text{ mm}$$

YZ面での曲率半径

$$R_y = -2.3060 \times E-0 \text{ mm}$$

非円弧トロイダル係数

$$\kappa_y = -0.0000 \times E-0$$

$$A_{y4} = +7.5152 \times E-3$$

軸上厚

$$D = 1.350 \text{ mm}$$

屈折率

$$n(405\text{nm}) = 1.525$$

出射面

XZ面での曲率半径

$$R_x = -1.2127 \times E-0 \text{ mm}$$

YZ面での曲率半径

$$R_y = -2.5200 \times E-0 \text{ mm}$$

間隔(ビームシェイパー-カップリング光学素子)

$$Z = 6.560 \text{ mm}$$

入射面(カップリング光学素子)

曲率半径

$$R = +5.0247 \times E+1 \text{ mm}$$

軸上厚

$$D = 2.000 \text{ mm}$$

屈折率

$$n(405\text{nm}) = 1.525$$

出射面

曲率半径

$$R = -7.1036 \times E-0 \text{ mm}$$

非球面係数

$$\kappa = -1.0000 \times E-1$$

$$A_4 = +2.0406 \times E-4$$

$$A_6 = +2.2179 \times E-5$$

【表 5 - 2】

間隔(カップリング光学素子-ビームエキスパンダー)

Z= 5.000 mm

入射面(ビームエキスパンダー)

曲率半径

R= -8.1743 × E+0 mm

非球面係数

 $\kappa = -2.9258 \times E-1$ $A_4 = +6.4796 \times E-3$ $A_6 = +8.7198 \times E-6$

軸上厚

D= 0.800 mm

屈折率

n(405nm)= 1.525

出射面

曲率半径

R= +2.3535 × E+1 mm

非球面係数

 $\kappa = -1.1221 \times E+1$ $A_4 = -2.0771 \times E-5$ $A_6 = +7.7561 \times E-6$

間隔(ビームエキスパンダー間隔)

Z= 2.000 mm

入射面(ビームエキスパンダー)

曲率半径

R= +1.0000 × E+20 mm

光路差関数 (光路差関数の係数: 基準波長 405nm)

C2 -2.4049 × E+1

C4 -2.2337 × E-1

軸上厚

D= 1.000 mm

屈折率

n(405nm)= 1.525

出射面

曲率半径

R= -1.8017 × E+1 mm

光路差関数 (光路差関数の係数: 基準波長 405nm)

C2 -2.6978 × E+1

C4 +2.2893 × E-2

間隔(ビームエキスパンダー-絞り)

Z= 10.00 mm

絞り

 ϕ 3.000 mm

間隔(絞り-対物レンズ)

Z= 0.000 mm

入射面(対物レンズ)

曲率半径

R= +2.0966 × E+0 mm

非球面係数

 $\kappa = -1.6811 \times E-1$ $A_4 = -4.6833 \times E-3$ $A_6 = +6.1106 \times E-4$ $A_8 = -9.4660 \times E-4$ $A_{10} = +2.3384 \times E-4$ $A_{12} = -1.5568 \times E-4$

【表 5-3】

	$A_{14} = +6.6382 \times E-5$
	$A_{16} = -1.8857 \times E-5$
軸上厚	D= 2.500 mm
屈折率	$n(405nm) = 1.525$
出射面(対物レンズ)	
曲率半径	$R = +6.2900 \times E+0 \text{ mm}$
非球面係数	$\kappa = -2.2155 \times E-3$
	$A_4 = +1.7541 \times E-2$
	$A_6 = -9.5133 \times E-3$
	$A_8 = -1.7951 \times E-2$
	$A_{10} = +8.9879 \times E-3$
間隔(対物レンズ間隔)	Z= 0.050 mm
入射面(対物レンズ)	
曲率半径	$R = +8.8802 \times E-1 \text{ mm}$
非球面係数	$\kappa = -8.0927 \times E-1$
	$A_4 = +1.1694 \times E-1$
	$A_6 = +2.8874 \times E-2$
	$A_8 = +1.2745 \times E-1$
	$A_{10} = -8.7726 \times E-2$
軸上厚	D= 1.100 mm
屈折率	$n(405nm) = 1.560$
出射面(対物レンズ)	
曲率半径	$R = +1.0000 \times E+20 \text{ mm}$
間隔(対物レンズ-ディスク)	Z= 0.256 mm
基板厚	D= 0.100 mm
屈折率	$n(405nm) = 1.619$

【表 6 - 1】

実施例5 レンズデータ

光源波長

$$\lambda = 405 \text{ nm}$$

光源からビームシェイパーまでの距離

$$Z = 2.000 \text{ mm}$$

入射面(ビームシェイパー)

XZ面での曲率半径

$$R_x = -3.3226 \times E-1 \text{ mm}$$

YZ面での曲率半径

$$R_y = -1.9469 \times E-0 \text{ mm}$$

非円弧トロイダル係数

$$\kappa_y = -0.0000 \times E-0$$

$$A_{y4} = -4.1077 \times E-3$$

軸上厚

$$D = 2.560 \text{ mm}$$

屈折率

$$n(405\text{nm}) = 1.525$$

出射面

XZ面での曲率半径

$$R_x = -1.7774 \times E-0 \text{ mm}$$

YZ面での曲率半径

$$R_y = -3.1233 \times E-0 \text{ mm}$$

間隔(ビームシェイパー—カップリング光学素子)

$$Z = 4.867 \text{ mm}$$

入射面(カップリング光学素子)

曲率半径

$$R = +5.0247 \times E+1 \text{ mm}$$

軸上厚

$$D = 2.000 \text{ mm}$$

屈折率

$$n(405\text{nm}) = 1.525$$

出射面

曲率半径

$$R = -7.1036 \times E-0 \text{ mm}$$

非球面係数

$$\kappa = -1.0000 \times E-1$$

$$A_4 = +1.7507 \times E-4$$

$$A_6 = +2.1905 \times E-5$$

【表 6 - 2】

間隔(カップリング光学素子-ビームエキスパンダー)

$$Z = 5.000 \text{ mm}$$

入射面(ビームエキスパンダー)

曲率半径

$$R = -8.1743 \times E+0 \text{ mm}$$

非球面係数

$$\kappa = -2.9258 \times E-1$$

$$A_4 = +6.4796 \times E-3$$

$$A_6 = +8.7198 \times E-6$$

軸上厚

$$D = 0.800 \text{ mm}$$

屈折率

$$n(405\text{nm}) = 1.525$$

出射面

曲率半径

$$R = +2.3535 \times E+1 \text{ mm}$$

非球面係数

$$\kappa = -1.1221 \times E+1$$

$$A_4 = -2.0771 \times E-5$$

$$A_6 = +7.7561 \times E-6$$

間隔(ビームエキスパンダー間隔)

$$Z = 2.000 \text{ mm}$$

入射面(ビームエキスパンダー)

曲率半径

$$R = +1.0000 \times E+20 \text{ mm}$$

光路差関数 (光路差関数の係数 : 基準波長 405nm)

$$C2 = -2.4049 \times E+1$$

$$C4 = -2.2337 \times E-1$$

軸上厚

$$D = 1.000 \text{ mm}$$

屈折率

$$n(405\text{nm}) = 1.525$$

出射面

曲率半径

$$R = -1.8017 \times E+1 \text{ mm}$$

光路差関数 (光路差関数の係数 : 基準波長 405nm)

$$C2 = -2.6978 \times E+1$$

$$C4 = +2.2893 \times E-2$$

間隔(ビームエキスパンダー-絞り)

$$Z = 10.00 \text{ mm}$$

絞り

$$\phi 3.000 \text{ mm}$$

間隔(絞り-対物レンズ)

$$Z = 0.000 \text{ mm}$$

入射面(対物レンズ)

曲率半径

$$R = +2.0966 \times E+0 \text{ mm}$$

非球面係数

$$\kappa = -1.6811 \times E-1$$

$$A_4 = -4.6833 \times E-3$$

$$A_6 = +6.1106 \times E-4$$

$$A_8 = -9.4660 \times E-4$$

$$A_{10} = +2.3384 \times E-4$$

$$A_{12} = -1.5568 \times E-4$$

【表 6 - 3】

	$A_{14} = +6.6382 \times E-5$
	$A_{16} = -1.8857 \times E-5$
軸上厚	$D = 2.500 \text{ mm}$
屈折率	$n(405\text{nm}) = 1.525$
出射面(対物レンズ)	
曲率半径	$R = +6.2900 \times E+0 \text{ mm}$
非球面係数	$\kappa = -2.2155 \times E-3$
	$A_4 = +1.7541 \times E-2$
	$A_6 = -9.5133 \times E-3$
	$A_8 = -1.7951 \times E-2$
	$A_{10} = +8.9879 \times E-3$
間隔(対物レンズ間隔)	$Z = 0.050 \text{ mm}$
入射面(対物レンズ)	
曲率半径	$R = +8.8802 \times E-1 \text{ mm}$
非球面係数	$\kappa = -8.0927 \times E-1$
	$A_4 = +1.1694 \times E-1$
	$A_6 = +2.8874 \times E-2$
	$A_8 = +1.2745 \times E-1$
	$A_{10} = -8.7726 \times E-2$
軸上厚	$D = 1.100 \text{ mm}$
屈折率	$n(405\text{nm}) = 1.560$
出射面(対物レンズ)	
曲率半径	$R = +1.0000 \times E+20 \text{ mm}$
間隔(対物レンズ-ディスク)	$Z = 0.256 \text{ mm}$
基板厚	$D = 0.100 \text{ mm}$
屈折率	$n(405\text{nm}) = 1.619$

【表 7 - 1】

実施例6 レンズデータ

光源波長

$$\lambda = 405 \text{ nm}$$

光源からビームシェイパーまでの距離

$$Z = 2.000 \text{ mm}$$

入射面(ビームシェイパー)

XZ面での曲率半径

$$R_x = -2.5901 \times E-1 \text{ mm}$$

YZ面での曲率半径

$$R_y = -2.1024 \times E-0 \text{ mm}$$

非円弧トロイダル係数

$$\kappa_y = -0.0000 \times E-0$$

$$A_{y4} = -1.2959 \times E-3$$

軸上厚

$$D = 3.110 \text{ mm}$$

屈折率

$$n(405\text{nm}) = 1.525$$

出射面

XZ面での曲率半径

$$R_x = -2.0275 \times E-0 \text{ mm}$$

YZ面での曲率半径

$$R_y = -3.6277 \times E-0 \text{ mm}$$

間隔(ビームシェイパー—カップリング光学素子)

$$Z = 4.239 \text{ mm}$$

入射面(カップリング光学素子)

曲率半径

$$R = +5.0247 \times E+1 \text{ mm}$$

軸上厚

$$D = 2.000 \text{ mm}$$

屈折率

$$n(405\text{nm}) = 1.525$$

出射面

曲率半径

$$R = -7.1036 \times E-0 \text{ mm}$$

非球面係数

$$\kappa = -1.0000 \times E-1$$

$$A_4 = +1.5525 \times E-4$$

$$A_6 = +2.1947 \times E-5$$

【表 7-2】

間隔(カップリング光学素子-ビームエキスパンダー)

Z= 5.000 mm

入射面(ビームエキスパンダー)

曲率半径

 $R = -8.1743 \times E+0 \text{ mm}$

非球面係数

 $\kappa = -2.9258 \times E-1$ $A_4 = +6.4796 \times E-3$ $A_6 = +8.7198 \times E-6$

軸上厚

D= 0.800 mm

屈折率

 $n(405\text{nm}) = 1.525$

出射面

曲率半径

 $R = +2.3535 \times E+1 \text{ mm}$

非球面係数

 $\kappa = -1.1221 \times E+1$ $A_4 = -2.0771 \times E-5$ $A_6 = +7.7561 \times E-6$

間隔(ビームエキスパンダー間隔)

Z= 2.000 mm

入射面(ビームエキスパンダー)

曲率半径

 $R = +1.0000 \times E+20 \text{ mm}$

光路差関数 (光路差関数の係数 : 基準波長 405nm)

C2 -2.4049 $\times E+1$ C4 -2.2337 $\times E-1$

軸上厚

D= 1.000 mm

屈折率

 $n(405\text{nm}) = 1.525$

出射面

曲率半径

 $R = -1.8017 \times E+1 \text{ mm}$

光路差関数 (光路差関数の係数 : 基準波長 405nm)

C2 -2.6978 $\times E+1$ C4 +2.2893 $\times E-2$

間隔(ビームエキスパンダー-絞り)

Z= 10.00 mm

絞り

 $\phi \text{ 3.000 mm}$

間隔(絞り-対物レンズ)

Z= 0.000 mm

入射面(対物レンズ)

曲率半径

 $R = +2.0966 \times E+0 \text{ mm}$

非球面係数

 $\kappa = -1.6811 \times E-1$ $A_4 = -4.6833 \times E-3$ $A_6 = +6.1106 \times E-4$ $A_8 = -9.4660 \times E-4$ $A_{10} = +2.3384 \times E-4$ $A_{12} = -1.5568 \times E-4$

【表 7 - 3】

	$A_{14} = +6.6382 \times E-5$
	$A_{16} = -1.8857 \times E-5$
軸上厚	$D = 2.500 \text{ mm}$
屈折率	$n(405\text{nm}) = 1.525$
出射面(対物レンズ)	
曲率半径	$R = +6.2900 \times E+0 \text{ mm}$
非球面係数	$\kappa = -2.2155 \times E-3$
	$A_4 = +1.7541 \times E-2$
	$A_6 = -9.5133 \times E-3$
	$A_8 = -1.7951 \times E-2$
	$A_{10} = +8.9879 \times E-3$
間隔(対物レンズ間隔)	$Z = 0.050 \text{ mm}$
入射面(対物レンズ)	
曲率半径	$R = +8.8802 \times E-1 \text{ mm}$
非球面係数	$\kappa = -8.0927 \times E-1$
	$A_4 = +1.1694 \times E-1$
	$A_6 = +2.8874 \times E-2$
	$A_8 = +1.2745 \times E-1$
	$A_{10} = -8.7726 \times E-2$
軸上厚	$D = 1.100 \text{ mm}$
屈折率	$n(405\text{nm}) = 1.560$
出射面(対物レンズ)	
曲率半径	$R = +1.0000 \times E+20 \text{ mm}$
間隔(対物レンズ-ディスク)	$Z = 0.256 \text{ mm}$
基板厚	$D = 0.100 \text{ mm}$
屈折率	$n(405\text{nm}) = 1.619$

【0 0 3 0】

ビームシェイパーの入射面は、数 1 式に表 2 ～ 7 に示す係数を代入した数式で規定される、非円弧トロイダル面で構成されている。

【数 1】

$$(Z - R_x)^2 + X^2 = \left\{ R_x - \frac{Y^2}{R_y(1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa_y)Y^2 / R_y^2})} + \sum_i A_{yi} Y^i \right\}^2$$

ここで、Z は光軸 L 方向の距離（光の進行方向を正とする）、X、Y は X、Y 方向の距離（光軸からの高さ）、 R_x は X Z 面での近軸曲率半径、 R_y は Y Z 面での近軸曲率半径、 κ_y 及び A_{yi} は非円弧係数である。

なお、表 2 ～ 7 において例えば「 $-1.3672 \times E-1$ 」は、「 -1.3672×1 」

0⁻¹」を意味する。

【0031】

ビームシェイパーの出射面は、数3式に表2～7に示す係数を代入した数式で規定されるトロイダル面で構成されている。

【数3】

$$(Z - R_x)^2 + X^2 = \left[R_x - \frac{Y^2}{(1 + \sqrt{1 - Y^2 / R_y^2})} \right]$$

【0032】

また、カップリングレンズ（カップリング光学素子）の入射面及び第2対物レンズの出射面は、それぞれ光軸を中心とした曲率半径Rの球面に形成されている。

また、カップリングレンズの出射面、第1ビームエキスパンダーの入射面及び出射面、第1対物レンズの入射面及び出射面、第2対物レンズの入射面は、それぞれ数5式に表2～7に示す係数を代入した数式で規定される光軸Lの周りに軸対称な非球面に形成されている。

【数5】

$$\text{非球面形状式} \quad Z = \frac{(h^2/r_i)}{1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa)(h/r_i)^2}} + \sum_{i=0} A_{2i} h^{2i}$$

ここで、 κ は円錐係数、 A_{2i} は非球面係数、 h は光軸からの距離である。

また、第2ビームエキスパンダーの入射面及び出射面には光軸を中心とした回折輪帯が形成されており、回折輪帯のピッチは数6の光路差関数に、表2～7に示す係数を代入した数式で規定される。

【0033】

【数6】

$$\text{光路差関数} \quad \Phi(h) = \sum_{i=0} C_{2i} h^{2i}$$

ここで、 C_{2i} は光路差関数の係数である。

なお、表2～7中、「基準波長」とあるのは、いわゆるブレイズ波長を指し、その波長の光束が入射した場合に回折構造により生じるある次数の回折光の回折効率が最大（例えば100%）となる波長のことである。

【0034】

表1(a)及び(b)のAS3(total))は、温度を30℃上昇させた場合における、4つの非点収差(AS3(Δn), AS3($\Delta \lambda$), AS3(ΔL), AS3(ΔS))の合計を示すものである。

表1から、本実施例におけるビームシェイパー及び光ピックアップ装置によれば、環境温度が変化した場合でも非点収差の発生を抑えることができることが分かる。

【0035】

【表 8】

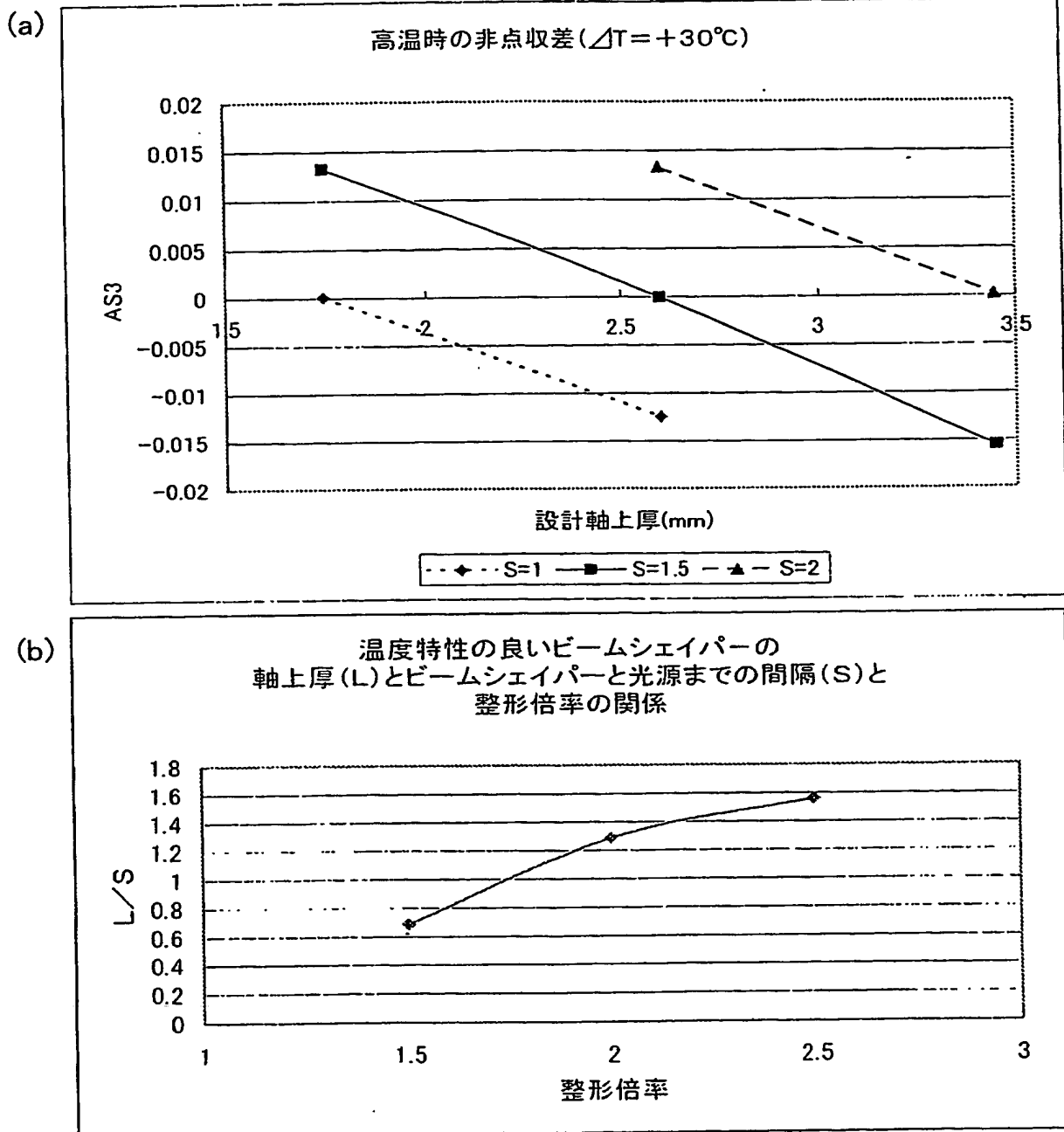


表 8 (a) は、実施例 1～3 の構成において、 $S = 1, 1.5, 2.0$ と変化させた場合の環境温度変化時の非点収差 $AS3$ の変化量と L との関係を表すグラフである。

表 8 (b) は、実施例 4～6 の構成において、 L/S とビームシェイパーの整形倍率 m との関係を表すグラフである。

表 8 (a) より、光ピックアップ装置及びビームシェイパーを、 S と L との間に比例関係が成立することに着目して設計することにより、温度変化時の非点収差の変化量をほぼゼロに抑えることができることが分かる。

表 8 (b) より、光ピックアップ装置及びビームシェイパーを、 L/S と m との関係に着目して設計することにより、温度変化時の非点収差の変化量をほぼゼロに抑えることが

できることが分かる。

【0036】

次に、実施例 7～11 について説明する。

各実施例における光ピックアップ装置は図 4 に示したものと同様の構成となっており、詳しい説明は省略するが、図 1 に示した光ピックアップ装置 10 の構成から、ビームエキスパンダー 14 を取り除くと共に対物レンズ 16 を単玉の構成としている。

実施例 7 のビームシェイパーは、入射面（第 3 面）と出射面（第 4 面）が共にシリンダリカル面で構成されており、入射面の面形状は数 3 式に表 9 に示す係数を代入した数式で規定されており、出射面の面形状は数 1 式に表 9 に示す係数を代入した数式で規定されている。

なお、実施例 7 のように、シリンダリカル面が数 1 式、数 3 式を用いて規定される場合には、数 1 式、数 3 式において $R_x = \infty$ を代入し、シリンダリカル面が数 2 式、数 4 式を用いて規定される場合には、数 2 式、数 4 式において $R_y = \infty$ を代入することになる。

【0037】

実施例 8 のビームシェイパーは入射面が以下の数 4 式に示すトロイダル面、出射面が以下の数 2 式に示す非円弧トロイダル面で構成されており、入射面及び出射面の面形状は、各式に表 10 に示す係数を代入した数式で規定される。

実施例 9 のビームシェイパーは、入射面が数 4 式に示すトロイダル面、出射面が数 1 式に示す非円弧トロイダル面で構成されており、入射面及び出射面の面形状は、各式に表 11 に示す係数を代入した数式で規定される。

【0038】

実施例 10 のビームシェイパーは、入射面が上記数 3 式に示すトロイダル面、出射面が数 2 式に示す非円弧トロイダル面で構成されており、入射面及び出射面の面形状は、各式に表 12 に示す係数を代入した数式で規定される。

実施例 11 のビームシェイパーは、入射面が数 3 式に示すトロイダル面、出射面が数 1 式に示す非円弧トロイダル面で構成されており、入射面及び出射面の面形状は、各式に表 13 に示す係数を代入した数式で規定される。

【表 9-1】

実施例7 レンズデータ

	407nm	
	X	Y
物点側NA	0.145	0.057
像点側NA	0.650	0.650
波面収差	0.010 λ	
四葉収差	0.009 λ	
温度特性	-0.001 λ	

→ $\Delta T = +30^{\circ}\text{C}$ で発生する非点収差量

第i面	ryi	rxixi	di(407nm)	ni (407nm)	
0			0.2513		
1	∞	∞	0.2500	1.52994	
2	∞	∞	1.1853	1.00000	
3	-0.2520	∞	2.0000	1.52461	
4	-2.0871	∞	2.0000	1.00000	
5	∞	∞	8.0000	1.52994	
6	∞	∞	2.2810	1.00000	
7	32.4251	32.4251	2.0000	1.52461	
8	-8.8439	-8.8439	5.0000	1.00000	
9	∞	∞	0.0000	1.00000	
10	1.9327	1.9327	1.8500	1.55981	
11	-11.3206	-11.3206	1.5567	1.00000	
12	∞	∞	0.6000	1.61869	
13	∞	∞	0.0000	1.00000	

第3面 シリンドリカル面

第4面 シリンドリカル面

$$A_{v4} = -9.5723\text{E-}04$$

第8面 非球面係数

$$\kappa = -1.0000\text{E-}01$$

$$A_4 = 1.4465\text{E-}04$$

$$A_6 = 1.5346\text{E-}06$$

第10面 非球面係数

$$\kappa = -5.4726\text{E-}01$$

$$A_4 = 3.7831\text{E-}04$$

$$A_6 = -1.8413\text{E-}03$$

$$A_8 = 6.4043\text{E-}04$$

$$A_{10} = -9.8987\text{E-}05$$

$$A_{12} = -1.1518\text{E-}06$$

$$A_{14} = -7.9320\text{E-}07$$

光路差関数 (光路差関数の係数: 基準波長 422nm 回折次数8次(407nm))

$$C_2 = -7.7249\text{E-}04$$

$$C_4 = -2.0466\text{E-}04$$

$$C_6 = -8.5677\text{E-}05$$

$$C_8 = 2.6999\text{E-}05$$

$$C_{10} = -4.1167\text{E-}06$$

【表 9 - 2】

第11面 非球面係数

$$\kappa = -3.3066\text{E}+02$$

$$A_4 = -3.7387\text{E}-03$$

$$A_6 = 8.8025\text{E}-03$$

$$A_8 = -5.2282\text{E}-03$$

$$A_{10} = 1.4815\text{E}-03$$

$$A_{12} = -2.1825\text{E}-04$$

$$A_{14} = 1.3236\text{E}-05$$

【表10-1】

実施例8 レンズデータ

	407nm	
	X	Y
物点側NA	0.145	0.057
像点側NA	0.650	0.650
波面収差	0.008 λ	
四葉収差	0.007 λ	
温度特性	0.000 λ	

→ $\Delta T = +30^\circ\text{C}$ で発生する非点収差量

第i面	ryi	rxix	di(407nm)	ni (407nm)	
0			0.2513		
1	∞	∞	0.2500	1.52994	
2	∞	∞	1.1853	1.00000	
3	-0.2530	-243.2876	2.0000	1.52461	
4	-2.0865	-798.7465	2.0000	1.00000	
5	∞	∞	8.0000	1.52994	
6	∞	∞	2.2810	1.00000	
7	32.4251	32.4251	2.0000	1.52461	
8	-8.8439	-8.8439	5.0000	1.00000	
9	∞	∞	0.0000	1.00000	
10	1.9327	1.9327	1.8500	1.55981	
11	-11.3206	-11.3206	1.5567	1.00000	
12	∞	∞	0.6000	1.61869	
13	∞	∞	0.0000	1.00000	

第3面 Xトロイダル面

第4面 Xトロイダル面係数

$$\kappa_x = -1.9988\text{E}+01$$

$$A_{y4} = -1.9289\text{E}-03$$

第8面 非球面係数

$$\kappa = -1.0000\text{E}-01$$

$$A_4 = 1.5011\text{E}-04$$

$$A_6 = 1.0869\text{E}-06$$

第10面 非球面係数

$$\kappa = -5.4726\text{E}-01$$

$$A_4 = 3.7831\text{E}-04$$

$$A_6 = -1.8413\text{E}-03$$

$$A_8 = 6.4043\text{E}-04$$

$$A_{10} = -9.8987\text{E}-05$$

$$A_{12} = -1.1518\text{E}-06$$

$$A_{14} = -7.9320\text{E}-07$$

光路差関数 (光路差関数の係数: 基準波長 422nm 回折次数8次(407nm))

$$C_2 = -7.7249\text{E}-04$$

$$C_4 = -2.0466\text{E}-04$$

$$C_6 = -8.5677\text{E}-05$$

$$C_8 = 2.6999\text{E}-05$$

$$C_{10} = -4.1167\text{E}-06$$

【表 1 0 - 2】

第11面 非球面係数

$\kappa = -3.3066\text{E}+02$
 $A_4 = -3.7387\text{E}-03$
 $A_6 = 8.8025\text{E}-03$
 $A_8 = -5.2282\text{E}-03$
 $A_{10} = 1.4815\text{E}-03$
 $A_{12} = -2.1825\text{E}-04$
 $A_{14} = 1.3236\text{E}-05$

【表 11-1】

実施例9 レンズデータ

	407nm	
	X	Y
物点側NA	0.145	0.057
像点側NA	0.650	0.650
波面収差	0.007 λ	
四葉収差	0.005 λ	
温度特性	-0.002 λ	

→ $\Delta T = +30^\circ\text{C}$ で発生する非点収差量

第i面	ryi	rxj	di(407nm)	ni (407nm)	
0			0.2513		
1	∞	∞	0.2500	1.52994	
2	∞	∞	1.1853	1.00000	
3	-0.2522	-520.6418	2.0000	1.52461	
4	-2.0865	-742.0544	2.0000	1.00000	
5	∞	∞	8.0000	1.52994	
6	∞	∞	2.2810	1.00000	
7	32.4251	32.4251	2.0000	1.52461	
8	-8.8439	-8.8439	5.0000	1.00000	
9	∞	∞	0.0000	1.00000	
10	1.9327	1.9327	1.8500	1.55981	
11	-11.3206	-11.3206	1.5567	1.00000	
12	∞	∞	0.6000	1.61869	
13	∞	∞	0.0000	1.00000	

第3面 Xトロイダル面

第4面 Yトロイダル面係数

$$\kappa_y = -2.6114\text{E}+00$$

$$A_{y4} = -3.8307\text{E}-02$$

第8面 非球面係数

$$\kappa = -1.0000\text{E}-01$$

$$A_4 = 1.5303\text{E}-04$$

$$A_6 = 5.6664\text{E}-07$$

第10面 非球面係数

$$\kappa = -5.4726\text{E}-01$$

$$A_4 = 3.7831\text{E}-04$$

$$A_6 = -1.8413\text{E}-03$$

$$A_8 = 6.4043\text{E}-04$$

$$A_{10} = -9.8987\text{E}-05$$

$$A_{12} = -1.1518\text{E}-06$$

$$A_{14} = -7.9320\text{E}-07$$

光路差関数 (光路差関数の係数: 基準波長 422nm 回折次数8次(407nm))

$$C_2 = -7.7249\text{E}-04$$

$$C_4 = -2.0466\text{E}-04$$

$$C_6 = -8.5677\text{E}-05$$

$$C_8 = 2.6999\text{E}-05$$

$$C_{10} = -4.1167\text{E}-06$$

【表 1 1 - 2】

第11面 非球面係数

$$\kappa = -3.3066\text{E}+02$$

$$A_4 = -3.7387\text{E}-03$$

$$A_6 = 8.8025\text{E}-03$$

$$A_8 = -5.2282\text{E}-03$$

$$A_{10} = 1.4815\text{E}-03$$

$$A_{12} = -2.1825\text{E}-04$$

$$A_{14} = 1.3236\text{E}-05$$

【表 12-1】

実施例10 レンズデータ

	407nm	
	X	Y
物点側NA	0.145	0.057
像点側NA	0.650	0.650
波面収差	0.009 λ	
四葉収差	0.007 λ	
温度特性	-0.001 λ	

→ $\Delta T = +30^\circ\text{C}$ で発生する非点収差量

第i面	ryi	rxixi	di(407nm)	ni (407nm)	
0			0.2513		
1	∞	∞	0.2500	1.52994	
2	∞	∞	1.1853	1.00000	
3	-0.2530	-280.0335	2.0000	1.52461	
4	-2.0872	-1013.4197	2.0000	1.00000	
5	∞	∞	8.0000	1.52994	
6	∞	∞	2.2810	1.00000	
7	32.4251	32.4251	2.0000	1.52461	
8	-8.8439	-8.8439	5.0000	1.00000	
9	∞	∞	0.0000	1.00000	
10	1.9327	1.9327	1.8500	1.55981	
11	-11.3206	-11.3206	1.5567	1.00000	
12	∞	∞	0.6000	1.61869	
13	∞	∞	0.0000	1.00000	

第3面 Yトロイダル面

第4面 Xトロイダル面係数

$$\kappa_x = -1.9967\text{E}+01$$

$$A_{x4} = -1.8665\text{E}-03$$

第8面 非球面係数

$$\kappa = -1.0000\text{E}-01$$

$$A_4 = 1.4882\text{E}-04$$

$$A_6 = 1.2613\text{E}-06$$

第10面 非球面係数

$$\kappa = -5.4726\text{E}-01$$

$$A_4 = 3.7831\text{E}-04$$

$$A_6 = -1.8413\text{E}-03$$

$$A_8 = 6.4043\text{E}-04$$

$$A_{10} = -9.8987\text{E}-05$$

$$A_{12} = -1.1518\text{E}-06$$

$$A_{14} = -7.9320\text{E}-07$$

光路差関数 (光路差関数の係数: 基準波長 422nm 回折次数8次(407nm))

$$C_2 = -7.7249\text{E}-04$$

$$C_4 = -2.0466\text{E}-04$$

$$C_6 = -8.5677\text{E}-05$$

$$C_8 = 2.6999\text{E}-05$$

$$C_{10} = -4.1167\text{E}-06$$

【表 1 2 - 2】

第11面 非球面係数

$$\kappa = -3.3066\text{E}+02$$

$$A_4 = -3.7387\text{E}-03$$

$$A_6 = 8.8025\text{E}-03$$

$$A_8 = -5.2282\text{E}-03$$

$$A_{10} = 1.4815\text{E}-03$$

$$A_{12} = -2.1825\text{E}-04$$

$$A_{14} = 1.3236\text{E}-05$$

【表13-1】

実施例11 レンズデータ

	407nm	
	X	Y
物点側NA	0.145	0.057
像点側NA	0.650	0.650
波面収差	0.006 λ	
四葉収差	0.005 λ	
温度特性	-0.001 λ	

→ $\Delta T = +30^\circ\text{C}$ で発生する非点収差量

第i面	ryi	rxj	di(407nm)	ni (407nm)	
0			0.2513		
1	∞	∞	0.2500	1.52994	
2	∞	∞	1.1853	1.00000	
3	-0.2522	-430.0049	2.0000	1.52461	
4	-2.0866	-620.3211	2.0000	1.00000	
5	∞	∞	8.0000	1.52994	
6	∞	∞	2.2810	1.00000	
7	32.4251	32.4251	2.0000	1.52461	
8	-8.8439	-8.8439	5.0000	1.00000	
9	∞	∞	0.0000	1.00000	
10	1.9327	1.9327	1.8500	1.55981	
11	-11.3206	-11.3206	1.5567	1.00000	
12	∞	∞	0.6000	1.61869	
13	∞	∞	0.0000	1.00000	

第3面 Yトロイダル面

第4面 Yトロイダル面係数

$$\kappa_y = -1.0031\text{E}+00$$

$$A_{y4} = -1.7374\text{E}-02$$

第8面 非球面係数

$$\kappa = -1.0000\text{E}-01$$

$$A_4 = 1.5493\text{E}-04$$

$$A_6 = 3.0252\text{E}-07$$

第10面 非球面係数

$$\kappa = -5.4726\text{E}-01$$

$$A_4 = 3.7831\text{E}-04$$

$$A_6 = -1.8413\text{E}-03$$

$$A_8 = 6.4043\text{E}-04$$

$$A_{10} = -9.8987\text{E}-05$$

$$A_{12} = -1.1518\text{E}-06$$

$$A_{14} = -7.9320\text{E}-07$$

光路差関数 (光路差関数の係数: 基準波長 422nm 回折次数8次(407nm))

$$C_2 = -7.7249\text{E}-04$$

$$C_4 = -2.0466\text{E}-04$$

$$C_6 = -8.5677\text{E}-05$$

$$C_8 = 2.6999\text{E}-05$$

$$C_{10} = -4.1167\text{E}-06$$

【表 1 3 - 2】

第11面 非球面係数

$\kappa = -3.3066\text{E}+02$
 $A_4 = -3.7387\text{E}-03$
 $A_6 = 8.8025\text{E}-03$
 $A_8 = -5.2282\text{E}-03$
 $A_{10} = 1.4815\text{E}-03$
 $A_{12} = -2.1825\text{E}-04$
 $A_{14} = 1.3236\text{E}-05$

【0 0 3 9】

【数 2】

$$(Z - R_y)^2 + Y^2 = \left\{ R_y - \frac{X^2}{R_x(1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa_x)X^2/R_x^2})} + \sum A_{xi}X^i \right\}$$

【数 4】

$$(Z - R_y)^2 + Y^2 = \left[R_y - \frac{X^2}{(1 + \sqrt{1 - X^2/R_x^2})} \right]$$

ここで、Zは光軸L方向の距離（光の進行方向を正とする）、X、YはX、Y方向の距離（光軸からの高さ）、 R_x はXZ面での近軸曲率半径、 R_y はYZ面での近軸曲率半径、 κ_x 及び A_{xi} は非円弧係数である。

【0 0 4 0】

また、各実施例において、カップリングレンズの出射面（第8面）、対物レンズの入射面（第10面）及び出射面（第11面）は、上記数5式に表9～13の係数を代入した数式で規定される光軸Lの周りに軸対称な非球面に形成されている。

また、対物レンズの入射面（第10面）には、更に、光軸を中心とした回折輪帯が形成されており、回折輪帯のピッチは数6の光路差関数に、表9～13に示す係数を代入した数式で規定される。

【0 0 4 1】

表9～13に示すように、実施例7～13の構成では、温度特性（30度上昇時に発生する非点収差量）は、 $-0.002\lambda\text{rms}$ から $0.000\lambda\text{rms}$ の範囲内であり、温度変化時の非点収差は十分抑えられていることが分かるが、実施例7のように、ビームシェイパーの入射面と出射面を共にシリンダカル面で構成した場合の四葉収差（4thAS）の値は $0.009\lambda\text{rms}$ であるのに対し、実施例8～11のように、入射面と出射面を共にトロイダル面で構成した場合の四葉収差（4thAS）の値は $0.007\lambda\text{rms}$ 以下となる。

以上より、実施例7のように、プラスチック製のビームシェイパーの両面をシリンダカル面で構成することにより、温度変化時の非点収差を実用上支障が無い程度に抑えることができるが、実施例8～11のように、ビームシェイパーの光学面をトロイダル面で構成することにより、温度変化時の非点収差のみならず、残留収差（4thAS（四葉収差））の抑制も可能となり、より良好な光学特性を得られることが分かる。

【図面の簡単な説明】

【0 0 4 2】

【図1】光ピックアップ装置の構成を示す平面図である。

【図 2】 ビームシェイパーの形状を示す斜視図である。

【図 3】 設計軸上厚に対する残留収差と温度変化時の非点収差との関係を示すグラフである。

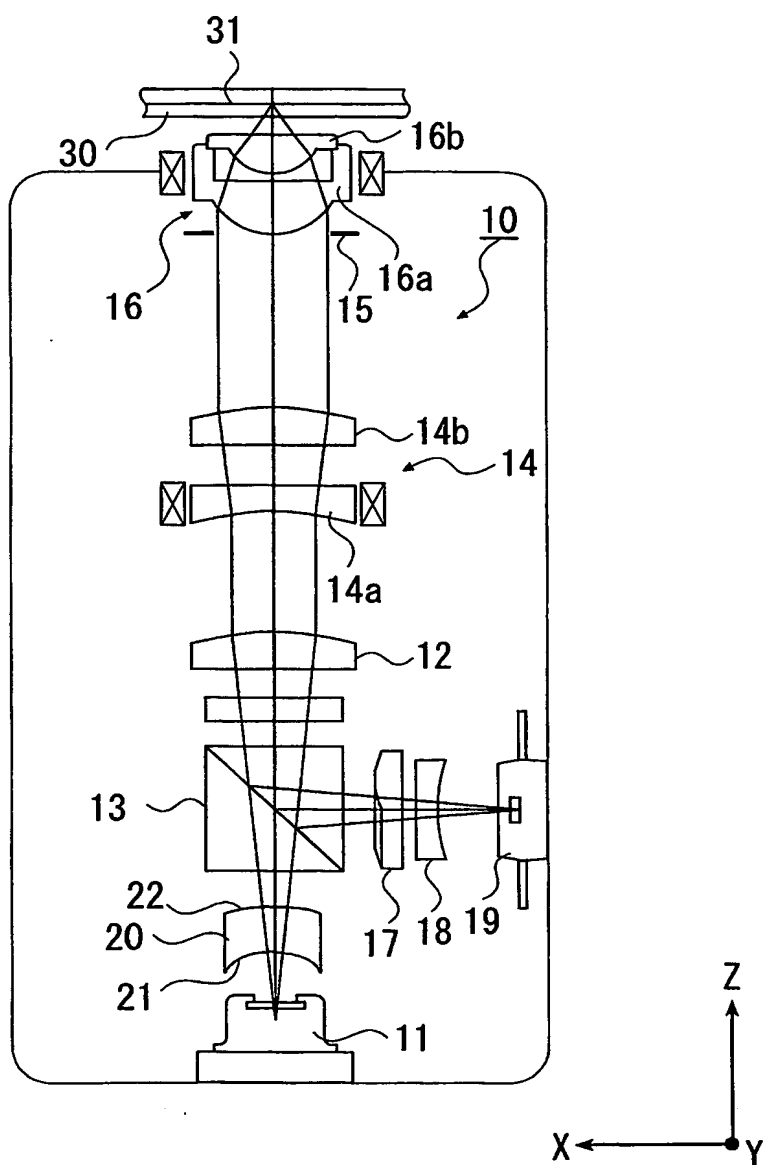
【図 4】 光ピックアップ装置の構成を示す平面図である。

【符号の説明】

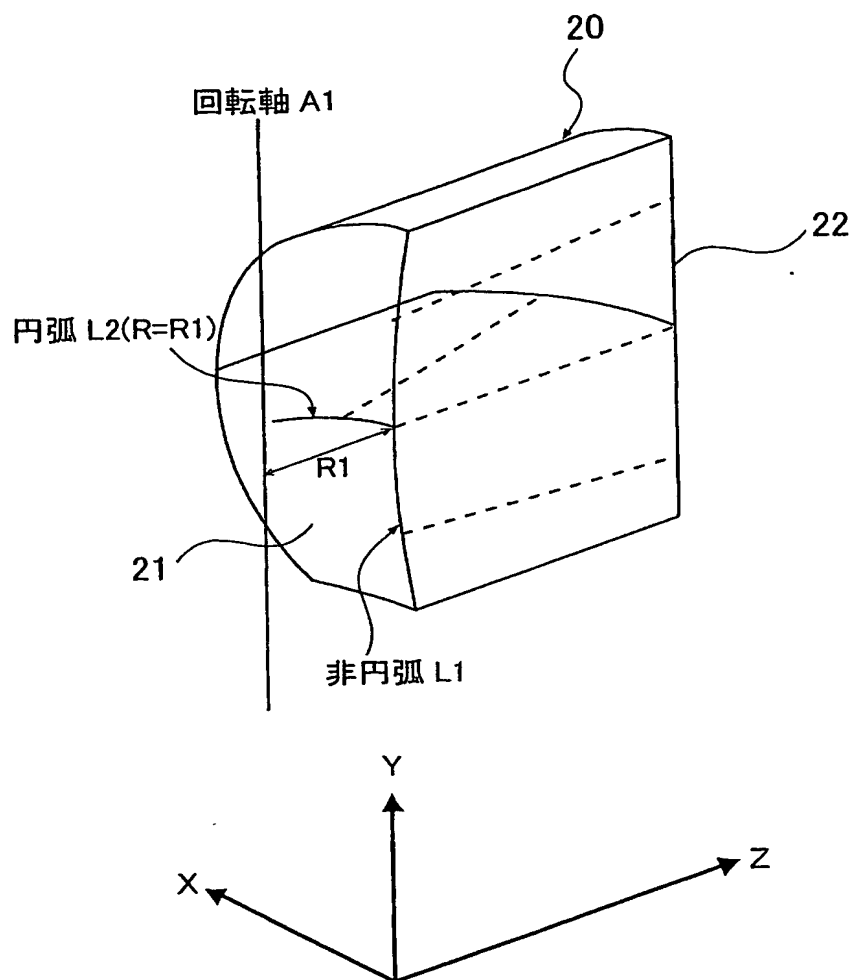
【 0 0 4 3 】

- 1 0 光ピックアップ装置
- 1 1 光源
- 1 6 集光素子
- 2 0 ビーム整形素子
- 2 1 入射面
- 2 2 出射面
- 3 1 情報記録面

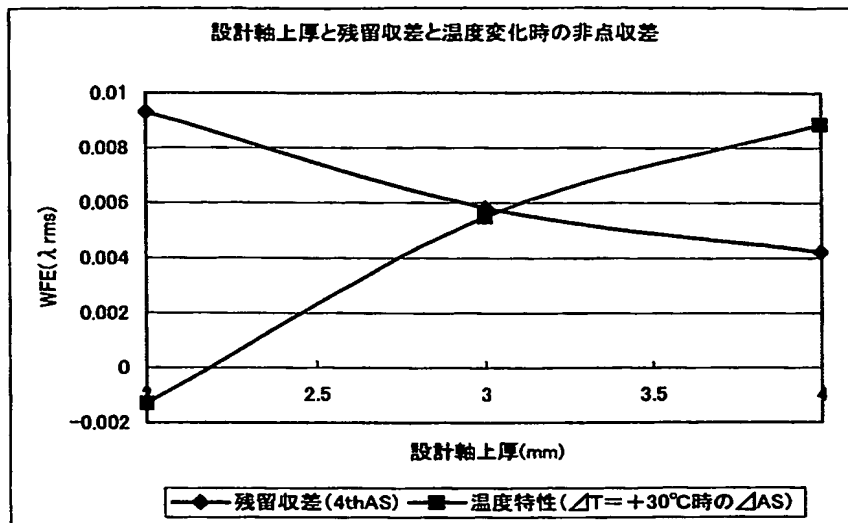
【書類名】 図面
【図 1】



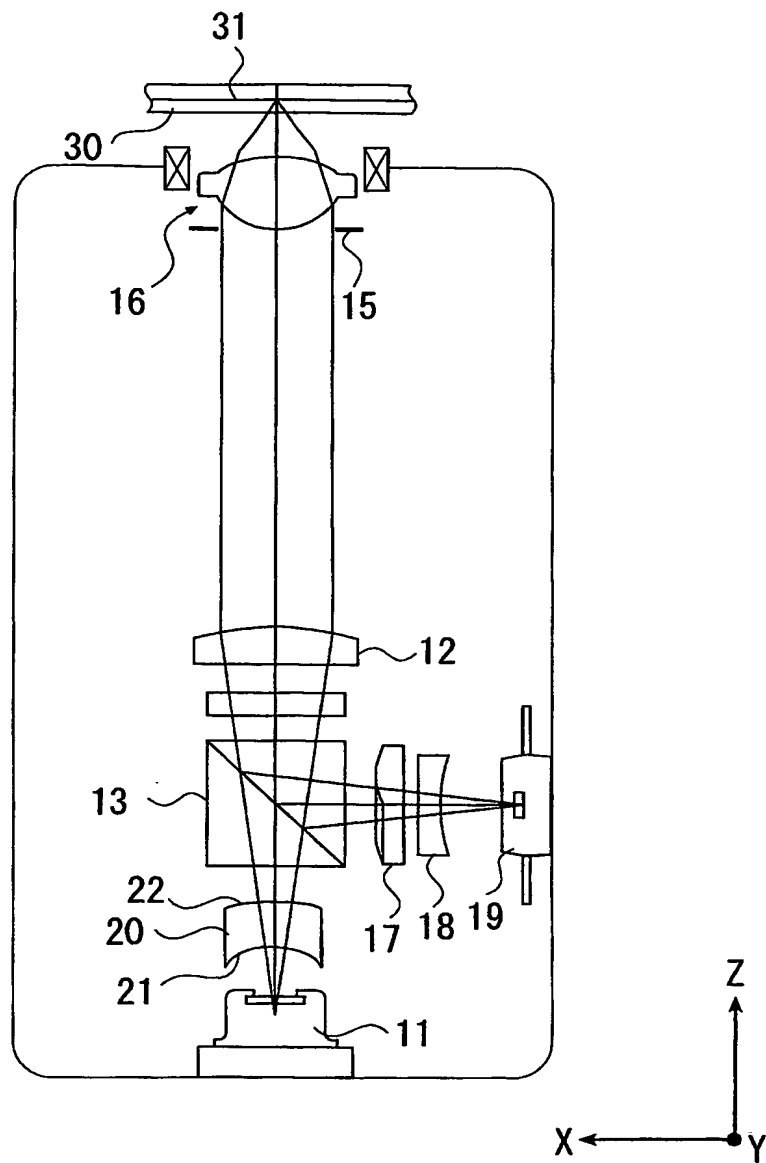
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 環境温度の変化に伴う非点収差の発生を抑えながら断面形状が略円形の発散光束を射出することができるプラスチック製のビーム整形素子、光源装置及び光ピックアップ装置を提供する。

【解決手段】 光源 11 から出射される水平方向と垂直方向で異なる放射角を有する光束を断面形状が略円形の光束に変換して出射する単玉のビーム整形素子 20 において、ビーム整形素子 20 がプラスチック製であり、且つ線膨張係数 α_n が以下の条件式 (1) を満たし、

環境温度変化による非点収差の発生量を抑えることを特徴とするビーム整形素子。

$$5.0 \times 10^{-5} < \alpha_n < 8.0 \times 10^{-5} \quad (1)$$

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 4 - 0 3 6 8 6 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [3 0 3 0 0 0 4 0 8]

1. 変更年月日 2 0 0 3 年 1 0 月 1 日

[変更理由] 名称変更

住所変更

住 所 東京都八王子市石川町 2 9 7 0 番地
氏 名 コニカミノルタオプト株式会社